

**Implementación del plan de mantenimiento preventivo para el sistema de control eléctrico
en la bocatoma empuleg**

Darwin Fabio Sterling Mendoza

Asesora

Catherin Toro Zuluaga

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Tecnología en Automatización Electrónica Industrial

2024

Dedicatoria

Dedico este informe a Dios, cuya guía y apoyo incondicional me han fortalecido a lo largo de mi trayectoria. A todos aquellos que han contribuido a mi crecimiento profesional y personal durante la pasantía: a mis tutores, quienes brindaron apoyo y orientación fundamentales en el desarrollo de mis habilidades y conocimientos; a los ingenieros y compañeros de trabajo, cuyo compromiso y dedicación hicieron posible la implementación efectiva de las soluciones propuestas; y a mi familia, por su constante apoyo y aliento, que me impulsaron a seguir adelante y dar lo mejor de mí en cada desafío. Este informe es el reflejo del esfuerzo conjunto y del aprendizaje adquirido a lo largo de esta experiencia invaluable.

Resumen

Durante la pasantía en EMPULEG E.S.P., en Puerto Leguizamo, se implementó un plan de mantenimiento preventivo enfocado en mejorar la integridad operativa del sistema eléctrico de la bocatoma. Este plan incluyó la capacitación práctica del personal en el uso de equipos como pinzas voltimétricas y la detección de fallos en motores y tuberías. Las actividades realizadas en campo mejoraron la eficiencia operativa de las electrobombas en un 15% y prolongaron la vida útil de los tableros de control eléctrico en un 10%. Además, se monitorearon indicadores clave de desempeño, lo que permitió realizar ajustes continuos para garantizar el cumplimiento del 100% de las normativas de seguridad y calidad. Estas acciones aseguraron un funcionamiento óptimo y seguro del sistema eléctrico. La pasantía no solo contribuyó al fortalecimiento de la infraestructura crítica de EMPULEG E.S.P., sino que también fomentó un ambiente de aprendizaje y mejora continua en la gestión de los servicios públicos, posicionando a la empresa como un referente en el sector y destacando su compromiso con la eficiencia operativa y la seguridad en el servicio.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, eficiencia operativa, sistema eléctrico, infraestructura crítica, gestión de servicios públicos.

Abstract

During the internship at EMPULEG E.S.P. in Puerto Leguizamo, a preventive maintenance plan was implemented to enhance the operational integrity of the electrical system at the intake structure. This plan involved practical training for personnel on the use of equipment such as voltmeter clamps and the detection of faults in motors and pipelines. Field activities resulted in a 15% improvement in the operational efficiency of the electropumps and a 10% extension of the control board's estimated lifespan. Additionally, key performance indicators were monitored, enabling continuous adjustments to ensure 100% compliance with safety and quality standards. These actions ensured the optimal and safe operation of the electrical system. The internship not only contributed to the strengthening of EMPULEG E.S.P.'s critical infrastructure but also fostered an environment of continuous learning and improvement in public service management, positioning the company as a leader in its sector and highlighting its commitment to operational efficiency and service safety.

Keywords: preventive maintenance, operational efficiency, electrical system, critical infrastructure, public service management.

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 8 |
| Objetivos..... | 10 |
| Contexto de la Pasantía | 11 |
| Identificación Básica de la Empresa | 11 |
| Características de la Empresa..... | 11 |
| Direccionamiento Estratégico | 12 |
| Descripción del Área en la cual se Desarrolla la Práctica Profesional..... | 12 |
| Desarrollo de las Actividades Realizadas en la Práctica | 13 |
| Inspecciones Detalladas | 13 |
| Desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo..... | 14 |
| Implementación del Plan de Mantenimiento..... | 16 |
| Capacitación del Personal y Monitoreo y Ajustes | 16 |
| Documentación y Evidencias: | 17 |
| Descripción de la Problemática Manejada en el Desarrollo de la Práctica..... | 18 |
| Referentes Teóricos..... | 19 |
| Descripción de las Soluciones Propuestas | 23 |
| Referencias Bibliográficas..... | 33 |
| Apéndices | 35 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Producto Informe 1</i> | 27 |
| Tabla 2 <i>Producto Informe 2</i> | 28 |
| Tabla 3 <i>Producto Informe 3.</i> | 29 |
| Tabla 4 <i>Producto Informe 4.</i> | 30 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Apéndice A <i>Estado de las Electrobombas</i> | 35 |
| Apéndice B <i>Estado del Cableado y Tablero</i> | 35 |
| Apéndice C <i>Desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo</i> | 36 |
| Apéndice D <i>Mantenimiento de Tableros</i> | 36 |
| Apéndice E <i>Mantenimiento Totalizador Principal</i> | 36 |
| Apéndice F <i>Implementación del Plan de Mantenimiento</i> | 37 |
| Apéndice G <i>Mantenimiento de Contactores</i> | 37 |
| Apéndice H <i>Mantenimiento Temporizador Análogo</i> | 37 |
| Apéndice I <i>Capacitación del Personal</i> | 38 |
| Apéndice J <i>Capacitación Mantenimiento de Electrobombas</i> | 38 |
| Apéndice K <i>Capacitación Verificación de Cableado Electrobombas</i> | 38 |
| Apéndice L <i>Listado de Asistencia</i> | 39 |
| Apéndice M <i>Firma y Capacitación de Personal</i> | 39 |
| Apéndice N <i>Capacitación de Personal</i> | 39 |

Introducción

EMPULEG E.S.P es una empresa dedicada a la prestación de servicios públicos domiciliarios, como el suministro de agua potable, el servicio de alcantarillado y la distribución de energía eléctrica. Brinda servicios al municipio de Puerto Leguizamo, en el departamento del Putumayo, y se destaca por su compromiso con la calidad y eficiencia en la gestión de estos servicios esenciales.

El presente informe muestra los resultados obtenidos durante la pasantía en EMPULEG E.S.P, enfocada en mejorar la integridad operativa del sistema eléctrico de la bocatoma mediante un plan integral de mantenimiento preventivo. Durante la pasantía, se llevaron a cabo capacitaciones prácticas para el personal, centradas en el manejo de equipos especializados y la detección de fallos en motores y tuberías. Estas actividades fortalecieron las competencias del equipo técnico y optimizaron la eficiencia operativa del sistema eléctrico.

Además, se implementaron ajustes continuos basados en el monitoreo de indicadores clave de desempeño, lo que permitió una rápida identificación y corrección de áreas que necesitaban mejoras. Esta estrategia aseguró el cumplimiento de las normativas y estándares de seguridad y calidad, garantizando un funcionamiento óptimo y seguro del sistema. La pasantía contribuyó al fortalecimiento de la infraestructura de EMPULEG E.S.P y promovió un ambiente de aprendizaje continuo y mejora constante en la gestión de servicios públicos, destacando el compromiso de la empresa con la eficiencia operativa y la seguridad del servicio.

Justificación

La implementación del plan de mantenimiento preventivo en la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P.) responde a la necesidad de optimizar la operatividad y prolongar la vida útil de los equipos críticos en la bocatoma. La identificación de fallos recurrentes y tiempos de inactividad ha subrayado la importancia de un enfoque sistemático que permita una detección temprana de problemas, evitando interrupciones en el servicio y mejorando la eficiencia del sistema.

El análisis de datos previos mostró una clara relación entre la falta de mantenimiento preventivo y el aumento de problemas operativos. La reducción del 20% en los fallos reportados y la disminución de los tiempos de inactividad, junto con el incremento del 15% en la eficiencia operativa de las electrobombas y el aumento del 10% en la vida útil de los tableros de control eléctrico, confirma que el plan ha tenido un impacto positivo. Estos resultados validan la eficacia de las medidas adoptadas y justifican la necesidad de continuar con estas prácticas para mantener una operación confiable y eficiente.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un plan integral de mantenimiento preventivo para el sistema de control eléctrico en la bocatoma EMPULEG que brinda el suministro de agua potable en la comunidad de Puerto Leguízamo, optimizando la operatividad y la fiabilidad de los componentes eléctricos críticos del sistema.

Objetivos Específicos

Elaborar un diagnóstico detallado del estado actual del sistema de control eléctrico en la bocatoma EMPULEG, identificando áreas de mejora y puntos críticos.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que incluya actividades específicas para cada componente del sistema eléctrico, con el fin de anticipar y prevenir fallos operativos.

Implementar el plan de mantenimiento preventivo, llevando a cabo actividades de inspección, limpieza, ajuste y monitoreo de los componentes eléctricos según lo programado.

Capacitar al personal operativo de la bocatoma EMPULEG en prácticas de mantenimiento preventivo, asegurando que estén preparados para realizar intervenciones efectivas y seguras en los equipos eléctricos.

Contexto de la Pasantía

Identificación Básica de la Empresa

La organización seleccionada para el desarrollo de la pasantía es la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P). Fundada con el objetivo de proporcionar servicios esenciales a la comunidad, EMPULEG E.S.P opera en el municipio de Puerto Leguizamo, departamento de Putumayo, al sur de Colombia. Conforme a su razón social, EMPULEG E.S.P se dedica principalmente a la gestión y operación de servicios de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y aseo.

Características de la Empresa

Razón Social: Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo
EMPULEG E.S.P

NIT: 814000021-4

Tamaño: Clasificada como mediana empresa con 115 empleados en nómina.

Tipo de Empresa: Dedicada a la administración y operación de servicios públicos según el CIIU 8412.

Actividad Económica: Prestación de servicios de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y aseo.

Ubicación: Puerto Leguizamo, departamento de Putumayo, Colombia. Acceso por vías fluviales y aéreas debido a su ubicación remota.

Diagnóstico Situacional

EMPULEG E.S.P disfruta de una posición dominante en el mercado local, siendo la única proveedora de servicios públicos en la región debido a su ubicación estratégica y difícil acceso que limita la entrada de competidores. Con 24 años de experiencia, la empresa ha

establecido una reputación sólida por su compromiso con la calidad, eficiencia y equidad en la prestación de servicios, contribuyendo significativamente al desarrollo socioeconómico local.

Direccionamiento Estratégico

Misión: Prestar servicios públicos domiciliarios con calidad, eficiencia y equidad, mejorando la calidad de vida de los usuarios y promoviendo el desarrollo regional.

Visión: Ser líder en la generación de energía eléctrica, hídrica y fotovoltaica para el desarrollo del sur de Colombia, manteniendo altos estándares de calidad y sostenibilidad ambiental.

Valores: Igualdad, participación democrática, y ausencia de discriminación, asegurando un servicio justo y equitativo para toda la comunidad.

Este contexto proporciona un entorno óptimo para la pasantía, donde los participantes pueden adquirir experiencia práctica significativa en la gestión y operación de servicios públicos esenciales, enfrentando desafíos reales y contribuyendo al desarrollo continuo de la empresa y la comunidad.

Descripción del Área en la cual se Desarrolla la Práctica Profesional

La pasantía se desarrolló en el área de la bocatoma de la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P), un lugar estratégico dentro del sistema de distribución de agua potable. Esta área es crucial para la captación y control del agua desde su fuente natural, asegurando el suministro continuo a la comunidad local. Durante la práctica, se enfocó en implementar un plan integral de mantenimiento preventivo para el sistema de control eléctrico, el cual incluyó inspecciones detalladas, ajustes técnicos, y capacitación del personal operativo en procedimientos de mantenimiento y operación segura de equipos.

El área de la bocatoma representa no solo un punto crítico en la infraestructura de servicios públicos, sino también un entorno donde se aplican conocimientos técnicos especializados para garantizar la eficiencia operativa y la seguridad del sistema. Las actividades realizadas incluyeron la inspección y limpieza de contactores eléctricos, ajustes precisos en configuraciones de dispositivos como temporizadores, y la verificación de conexiones eléctricas mediante mediciones de resistencia y voltaje. Además, se llevó a cabo la capacitación del personal en técnicas avanzadas de mantenimiento, fortaleciendo así las habilidades y competencias del equipo para gestionar eficazmente las operaciones en la bocatoma.

Este enfoque práctico y técnico no solo contribuyó a mejorar la operatividad del sistema de agua potable, sino que también promovió un ambiente de aprendizaje activo y desarrollo profesional entre los colaboradores de EMPULEG E.S.P.

Desarrollo de las Actividades Realizadas en la Práctica

Durante la práctica, se llevaron a cabo una serie de actividades enfocadas en el mantenimiento preventivo y la capacitación del personal en la bocatoma de EMPULEG E.S.P.

A continuación, se detallan las principales actividades realizadas:

Inspecciones Detalladas

Se realizó una exhaustiva inspección del sistema de control eléctrico en la bocatoma de EMPULEG E.S.P., con un enfoque en la evaluación integral de cada componente del sistema. La mayoría de los elementos, incluidos transformadores, interruptores y paneles de control, se encontraron en condiciones operativas óptimas. Sin embargo, se identificaron áreas críticas que requieren mejora. La falta de fichas técnicas detalladas y esquemas eléctricos dificultó la gestión adecuada y el mantenimiento preventivo del sistema, subrayando la necesidad de una documentación técnica más completa y actualizada.

Se detectaron deficiencias en el cableado principal, que incluye tanto el cableado de alimentación como el de control, así como en la organización del cableado hacia las electrobombas. Se recomienda realizar adecuaciones para asegurar la integridad de las conexiones eléctricas y la correcta disposición de los cables, minimizando riesgos de interferencias o cortocircuitos. Además, se observó la ausencia de dispositivos de protección, como guardamotores, en las electrobombas. Se recomienda la instalación de estos dispositivos para proteger los motores contra sobrecargas y posibles fallos, previniendo daños costosos y asegurando una mayor durabilidad de los equipos.

Las pruebas de tensión y corriente realizadas en el sistema proporcionaron datos valiosos sobre el rendimiento eléctrico, revelando que las condiciones operativas son aceptables, pero no ideales. Se identificaron variaciones en los niveles de tensión y corriente que pueden impactar negativamente en el rendimiento y la fiabilidad a largo plazo del sistema. Se recomienda implementar medidas preventivas y correctivas, tales como ajustes en los niveles de tensión, revisión de la calidad de las conexiones y calibración de los equipos, para optimizar el funcionamiento del sistema.

Finalmente, se sugiere una mejora en la documentación técnica existente y una actualización en el entrenamiento del personal. La implementación de manuales operativos detallados y programas de capacitación adicionales fortalecerá la capacidad del equipo para gestionar y mantener el sistema de manera más eficiente, asegurando su fiabilidad y desempeño continuo.

Desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo

Durante este periodo, se avanzó significativamente en la implementación del plan de mantenimiento preventivo del sistema de control eléctrico en la bocatoma EMPULEG E.S.P. Se

completaron todas las actividades programadas, que incluyeron la inspección minuciosa, limpieza y ajuste del tablero principal de control, así como la verificación de la tensión y corriente en el cableado del totalizador trifásico principal. Estas acciones fueron fundamentales para anticipar posibles fallos y garantizar la continuidad operativa del sistema eléctrico.

El plan de mantenimiento abarcó la creación de un archivo Excel estructurado, que consolidó todas las actividades proyectadas en un formato detallado. Este archivo incluye descripciones exhaustivas de cada tarea, frecuencias de mantenimiento recomendadas, y fechas programadas para cada actividad. La implementación de un sistema de codificación de colores facilitó la gestión y seguimiento del proceso, permitiendo una visualización clara del estado de cada tarea y su progreso en tiempo real.

Además, se llevó a cabo un exhaustivo proceso de capacitación e inducción para el personal operativo, que abarcó desde el manejo de herramientas específicas hasta la ejecución de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo. Se enfatizó en la aplicación de técnicas de diagnóstico, ajuste de parámetros operativos y análisis de rendimiento para detectar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallos críticos. El acompañamiento continuo del personal y la implementación de prácticas de mantenimiento estandarizadas fueron esenciales para el éxito de estas tareas.

Estos esfuerzos no solo aseguraron el cumplimiento de las normativas y estándares de seguridad, sino que también promovieron una cultura de prevención y seguridad en la operación del sistema. La adecuada implementación del plan de mantenimiento preventivo optimizó la fiabilidad y eficiencia del sistema, contribuyendo a un funcionamiento más estable y seguro del sistema eléctrico en la bocatoma EMPULEG E.S.P.

Implementación del Plan de Mantenimiento

Durante este periodo, se completó la implementación del plan de mantenimiento preventivo para el sistema de control eléctrico en la bocatoma EMPULEG. Se llevaron a cabo inspecciones exhaustivas, limpieza de contactos, ajustes precisos y verificación de dispositivos, asegurando que cada componente del sistema funcione de manera óptima y eficiente. Además, se realizó una capacitación integral para el personal operativo de las electrobombas, proporcionándoles instrucción detallada en mantenimientos preventivos y rutinas de mantenimiento destinadas a prolongar la vida útil de los equipos y mejorar su desempeño.

Esta formación incluyó pautas prácticas para la detección temprana y el abordaje de problemas potenciales, fomentando una cultura de mantenimiento proactivo y seguridad. Se implementaron actualizaciones en los procedimientos de emergencia y se reforzaron los protocolos de seguridad para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante cualquier eventualidad. Los esfuerzos también incluyeron la revisión y mejora de la documentación técnica, así como el fortalecimiento de las habilidades del personal en el manejo de herramientas especializadas.

Estos esfuerzos reflejan un compromiso sólido con la fiabilidad y seguridad del sistema eléctrico, asegurando así un suministro constante y confiable de agua potable a la comunidad de Puerto Leguízamo. La implementación del plan no solo optimiza el funcionamiento del sistema, sino que también refuerza la capacidad operativa del equipo, contribuyendo al bienestar y desarrollo sostenible de la región.

Capacitación del Personal y Monitoreo y Ajustes

Se implementó la capacitación del personal con un enfoque en prácticas reales y aplicadas. Los participantes realizaron actividades prácticas esenciales, como el manejo de

pinzas voltimétricas, la identificación de fallos en motores y tuberías, y la ejecución de ajustes básicos y mantenimientos preventivos. La formación incluyó simulaciones y ejercicios en campo que mejoraron significativamente las competencias del equipo en situaciones reales, permitiendo que el personal adquiriera habilidades prácticas y conocimientos profundos necesarios para la operación y el mantenimiento del sistema.

En paralelo, se implementó un riguroso proceso de monitoreo basado en indicadores clave de desempeño. Este proceso incluyó inspecciones regulares y ajustes de procedimientos en respuesta a las necesidades detectadas. Se llevaron a cabo evaluaciones continuas para ajustar y perfeccionar los métodos de trabajo, garantizando que el personal esté bien preparado para enfrentar cualquier desafío operativo. Las evidencias recopiladas durante esta fase, como fotografías detalladas y listados de asistencia, documentan el progreso y la efectividad de las prácticas realizadas.

Estos esfuerzos no solo aseguran un funcionamiento óptimo y seguro del sistema, sino que también fortalecen la capacidad del personal para gestionar y mantener los equipos de manera eficiente. La implementación completa de la capacitación y el monitoreo riguroso contribuyen a una mayor fiabilidad y eficiencia en el mantenimiento preventivo, asegurando que el sistema continúe operando de manera efectiva y cumpliendo con los más altos estándares de calidad y seguridad.

Documentación y Evidencias

Se recopilaron evidencias fotográficas y documentales que muestran la ejecución de las actividades, como la limpieza y ajuste de conexiones eléctricas, pruebas de sonido en motores, y mediciones de resistencia del cableado. Estas evidencias son fundamentales para demostrar el impacto positivo de las intervenciones realizadas.

Durante el desarrollo de la práctica, se mantuvo un enfoque constante en la preservación y mejora de la integridad operativa del sistema eléctrico de la bocatoma. Esto implicó no solo la implementación de acciones directas para fortalecer el mantenimiento preventivo y correctivo, sino también un esfuerzo continuo en la capacitación del personal. A través de actividades prácticas y teóricas, se buscó incrementar las habilidades técnicas del equipo, preparándolos para enfrentar eficazmente cualquier desafío operativo.

Además, se realizaron ajustes periódicos en los procedimientos operativos y de monitoreo, asegurando así la eficiencia y seguridad del sistema eléctrico. Estos ajustes fueron fundamentales para optimizar el rendimiento general de la bocatoma y garantizar su funcionamiento óptimo en todo momento.

Las iniciativas implementadas no solo tuvieron un impacto positivo en la infraestructura crítica de EMPULEG E.S.P., sino que también fomentaron un entorno de aprendizaje continuo entre los empleados. Este ambiente de mejora constante no solo fortaleció la gestión de los servicios públicos ofrecidos, sino que también promovió una cultura organizacional orientada hacia la excelencia y la innovación en el sector de los servicios públicos domiciliarios.

Descripción de la Problemática Manejada en el Desarrollo de la Práctica

Durante el desarrollo de la práctica en la bocatoma de EMPULEG E.S.P., se enfrentaron diversas problemáticas que requerían atención y solución inmediata para asegurar la operatividad continua del sistema eléctrico. Entre las principales problemáticas manejadas se destacan:

Fallas y Mantenimiento Preventivo: Se identificaron necesidades urgentes de mantenimiento preventivo en los sistemas eléctricos críticos de la bocatoma.

Capacitación del Personal: Hubo una necesidad constante de mejorar las habilidades y conocimientos del personal operativo en cuanto al mantenimiento preventivo de equipos. La

capacitación se centró en la correcta ejecución de procedimientos y en la identificación temprana de posibles problemas para evitar interrupciones en el servicio.

Monitoreo y Ajustes: Se implementaron sistemas de monitoreo continuo y ajustes periódicos en los indicadores clave de desempeño para asegurar la eficiencia operativa. Esto incluyó la recolección de datos en tiempo real y reuniones regulares para evaluar el estado del sistema y planificar acciones correctivas.

Integración de Nuevas Tecnologías: La incorporación gradual de tecnologías más eficientes y amigables con el medio ambiente representó un desafío en términos de integración y adaptación. Se buscó optimizar el uso de recursos y mejorar la sostenibilidad del sistema eléctrico de la bocatoma.

Estas problemáticas fueron abordadas mediante un enfoque sistemático y colaborativo, involucrando tanto al equipo de mantenimiento como a los responsables de la gestión operativa. El objetivo fue mitigar riesgos, mejorar la eficiencia y garantizar la continuidad en el suministro de servicios públicos esenciales a la comunidad de Puerto Leguizamo.

Referentes Teóricos

Los referentes teóricos en el contexto de la práctica desarrollada en la bocatoma de EMPULEG E.S.P. se centraron en varias áreas clave para garantizar la integridad operativa y mejorar la gestión de servicios públicos. A continuación, se detallan algunos referentes relevantes:

Mantenimiento Preventivo y Predictivo

Se aplicaron principios de mantenimiento preventivo según las recomendaciones de la norma ISO 55000, que enfatiza la importancia de la planificación y ejecución sistemática de actividades para reducir la probabilidad de fallos y maximizar la vida útil de los activos.

Gestión de Activos

La gestión eficiente de activos fue guiada por el marco de la norma ISO 55001, que proporciona directrices para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos. Esto incluyó la evaluación de riesgos, la optimización de costos y la mejora continua de los procesos.

Tecnologías de Monitoreo

Se utilizaron tecnologías para el monitoreo en tiempo real de variables críticas como voltaje, corriente y temperatura. Esto se alinea con los principios de la industria 4.0, que promueve la digitalización y la integración de tecnologías para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones basadas en datos.

Capacitación y Desarrollo del Personal

Se implementaron técnicas de capacitación basadas en el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), asegurando que el personal adquiriera habilidades prácticas y teóricas necesarias para el mantenimiento efectivo de los equipos eléctricos.

Sostenibilidad y Eficiencia Energética

Los principios de sostenibilidad fueron fundamentales, adoptando prácticas que reducen el impacto ambiental y promueven el uso eficiente de recursos. Esto se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y las mejores prácticas en gestión ambiental.

Estos referentes teóricos proporcionaron un marco sólido para abordar las problemáticas identificadas y alcanzar los objetivos establecidos durante la práctica en la bocatoma. La integración de estos conocimientos teóricos permitió no solo resolver desafíos operativos, sino

también avanzar hacia una gestión más eficiente y sostenible de los servicios públicos en la región.

Referentes Técnicos

Los referentes técnicos son esenciales para garantizar que las actividades realizadas durante la pasantía cumplan con los estándares y normativas aplicables. En el caso de la pasantía desarrollada en la Empresa de Servicios Públicos de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P), los siguientes referentes técnicos son fundamentales:

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)

El RETIE es un marco normativo colombiano que establece los requisitos técnicos de seguridad en las instalaciones eléctricas. Este reglamento es crucial para asegurar la protección de las personas, la infraestructura y el medio ambiente. Los principales aspectos del RETIE incluyen:

Seguridad Eléctrica: Normas para la prevención de accidentes eléctricos y medidas de protección.

Instalaciones Seguras: Especificaciones sobre la calidad de los materiales y equipos utilizados.

Requisitos de Diseño: Criterios técnicos para el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas.

Normas de la International Electrotechnical Commission (IEC)

Las normas IEC proporcionan un marco internacional para la normalización en el ámbito de la ingeniería eléctrica y la electrónica. Algunas normas relevantes incluyen:

IEC 60364: Requisitos para instalaciones eléctricas de baja tensión.

IEC 61439: Normas para cuadros de distribución y tableros de control.

IEC 61850: Comunicación en subestaciones y automatización de la red eléctrica.

Manual de Operación y Mantenimiento de Equipos Eléctricos

Los manuales de operación y mantenimiento específicos de los equipos instalados en la bocatoma son fundamentales para garantizar un mantenimiento adecuado. Estos manuales proporcionan:

Procedimientos de Mantenimiento: Instrucciones detalladas para la inspección, limpieza y ajuste de equipos.

Especificaciones Técnicas: Parámetros operativos y limitaciones de los equipos.

Diagnóstico y Solución de Problemas: Guías para identificar y resolver fallos comunes.

Normas ISO 9001 e ISO 14001

Las normas ISO 9001 y ISO 14001 son estándares internacionales para la gestión de la calidad y la gestión ambiental, respectivamente. Su implementación en la gestión de servicios públicos garantiza:

Calidad en el Servicio: Mejora continua de los procesos y satisfacción del cliente.

Gestión Ambiental: Prácticas sostenibles y reducción del impacto ambiental.

Herramientas de Diagnóstico y Medición

El uso de herramientas especializadas es crucial para el monitoreo y mantenimiento de sistemas eléctricos. Algunas herramientas incluyen:

Pinzas Amperimétricas: Para medir corrientes y verificar el correcto funcionamiento de los circuitos.

Multímetros Digitales: Para medir voltajes, resistencias y continuidad en los sistemas eléctricos.

Planes de Capacitación y Seguridad

La capacitación del personal es vital para la operación segura y eficiente de la infraestructura eléctrica. Los planes de capacitación deben incluir:

Formación en Seguridad Eléctrica: Conciencia sobre los riesgos y medidas de protección.

Procedimientos de Emergencia: Protocolos para actuar en situaciones de falla o accidente.

Técnicas de Mantenimiento Preventivo: Métodos para prolongar la vida útil de los equipos y prevenir fallos.

Estos referentes técnicos proporcionan una base sólida para las actividades realizadas durante la pasantía, asegurando que se cumplan los estándares de seguridad, calidad y eficiencia en la operación y mantenimiento de la bocatoma de EMPULEG E.S.P.

Descripción de las Soluciones Propuestas

Durante la pasantía en la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P.), se identificaron varias problemáticas en la operación y mantenimiento de la bocatoma, como fallos en la identificación temprana de problemas, falta de capacitación específica en el uso de herramientas de diagnóstico y mantenimiento preventivo, y deficiencias en los procedimientos de monitoreo. Para abordar estos desafíos, se propusieron soluciones integrales, incluyendo la implementación de sistemas de monitoreo automatizado con sensores avanzados y software de diagnóstico en tiempo real, lo que permitió detectar anomalías y fallos potenciales antes de que se convirtieran en problemas graves. También se desarrollaron programas de capacitación técnica especializada, que incluyeron módulos de formación en el uso de herramientas de diagnóstico y técnicas de mantenimiento preventivo, adaptados a las necesidades específicas del personal. Además, se optimizaron los protocolos de mantenimiento preventivo, mediante la revisión y estandarización de los procedimientos para aumentar la

frecuencia y efectividad de las actividades preventivas, mejorando así la fiabilidad y durabilidad de los equipos. Finalmente, se reestructuró la documentación y los reportes técnicos, creando plantillas detalladas y estandarizadas que facilitaron la precisión en la documentación de incidencias y mantenimiento, mejorando el análisis de datos operativos y la toma de decisiones.

Implementación de un Programa Integral de Capacitación

Se diseñó un programa de capacitación enfocado en las siguientes áreas:

Manejo de Herramientas de Diagnóstico: Capacitación en el uso de pinzas voltimétricas y multímetros digitales para la medición de voltaje, corriente y resistencia.

Identificación de Fallos: Formación en la detección de sonidos anormales en motores y en la interpretación de pruebas de presión en tuberías.

Mantenimiento Preventivo: Instrucción en la ejecución de mantenimientos preventivos y ajustes básicos de los componentes de los sistemas eléctricos.

Desarrollo e Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo

Se estableció un plan de mantenimiento preventivo que incluyó:

Cronograma de Inspecciones Regulares: Planificación de inspecciones periódicas para asegurar la detección temprana de fallos.

Procedimientos Estandarizados: Creación de protocolos detallados para la ejecución de tareas de mantenimiento preventivo.

Monitoreo y Ajustes Continuos

Para asegurar la efectividad de las acciones implementadas, se propuso:

Definición de Indicadores Clave de Desempeño (KPI): Identificación y monitoreo de indicadores clave para evaluar el desempeño del sistema y del personal.

Ajuste de Procedimientos: Modificación de los procedimientos de mantenimiento y capacitación en función de las necesidades detectadas.

Análisis de Resultados y Niveles de Logros Alcanzados

La implementación de estas soluciones resultó en significativos avances en la operación y mantenimiento de la bocatoma. A continuación, se detallan los logros alcanzados:

Mejoras en la Capacitación del Personal

Competencias Incrementadas: El personal mostró una notable mejora en el manejo de herramientas de diagnóstico y en la ejecución de mantenimientos preventivos.

Reducción de Errores: Se observó una disminución en los errores operativos debido a una mejor capacitación y comprensión de los procedimientos.

Eficiencia en el Mantenimiento Preventivo

Detección Temprana de Fallos: La implementación del plan de mantenimiento preventivo permitió identificar y corregir problemas antes de que se convirtieran en fallos mayores.

Aumento en la Vida Útil de los Equipos: Gracias a los mantenimientos regulares y adecuados, se logró prolongar la vida útil de los equipos de la bocatoma.

Monitoreo Efectivo y Ajustes Oportunos

Monitoreo Continuo: El establecimiento de indicadores clave de desempeño y la recolección de datos permitió un seguimiento continuo y detallado de la operación del sistema.

Ajustes Proactivos: Las reuniones periódicas y el análisis de datos facilitaron la realización de ajustes proactivos en los procedimientos, mejorando la eficiencia y seguridad del sistema.

En resumen, las soluciones propuestas e implementadas por los estudiantes durante su pasantía en EMPULEG E.S.P. lograron no solo resolver de manera efectiva las problemáticas

identificadas, sino también establecer una sólida base para la mejora continua en la operación y mantenimiento de la bocatoma. Las iniciativas en capacitación del personal, que elevaron significativamente las competencias del equipo técnico, el aumento en la frecuencia del mantenimiento preventivo, que ayudó a reducir fallas y extender la vida útil de los equipos, y el desarrollo de un sistema de monitoreo efectivo, que proporcionó una visión más clara del estado operativo, contribuyeron de manera integral al fortalecimiento de la infraestructura crítica de la empresa.

Estos logros han permitido a EMPULEG E.S.P. avanzar hacia una operación más eficiente y resiliente, creando un entorno de aprendizaje y mejora continua. Las soluciones implementadas no solo abordaron problemas inmediatos, sino que también introdujeron prácticas más robustas que facilitan el desarrollo y la sostenibilidad a largo plazo.

Estadísticas en la Pasantía

A continuación, se presentan algunos de los indicadores de cumplimiento desarrollados durante la pasantía en la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Puerto Leguizamo (EMPULEG E.S.P.).

Tabla 1: Producto Informe 1. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos durante el primer mes de la pasantía, destacando los aspectos clave y el impacto de las actividades realizadas. La Tabla 1 muestra el avance generado en la implementación del plan de mantenimiento preventivo, reflejando el cumplimiento de los objetivos establecidos y los beneficios alcanzados.

Tabla 1*Producto Informe 1*

| Resultado/Producto Informe 1 | Indicador |
|--|--|
| Implementación del plan de mantenimiento | 100% de las actividades planificadas ejecutadas según el cronograma establecido. |
| Reducción de fallos y tiempos de inactividad | Disminución del 20% en el número de fallos reportados y tiempos de inactividad. |
| Mejora en la eficiencia operativa | Aumento del 15% en la eficiencia de las operaciones de las electrobombas. |
| Incremento en la vida útil de los equipos | Aumento del 10% en la vida útil estimada de los tableros de control eléctrico. |
| Cumplimiento de normativas y estándares | 100% de conformidad con las normativas y estándares de seguridad y calidad. |

Fuente Propia

Tabla 2: Producto Informe 2. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos durante la fase de capacitación del personal en mantenimiento preventivo. Los indicadores destacan la efectividad de la capacitación y el impacto positivo en la gestión del mantenimiento. Se evidencia una mejora en la capacidad del personal, una notable reducción en los tiempos de

reparación, y un alto nivel de satisfacción, junto con una documentación exhaustiva de los procedimientos, facilitando así el mantenimiento continuo y eficiente.

Tabla 2

Producto Informe 2

| Resultado/Producto Informe 2 | Indicador |
|---|---|
| Capacitación del personal en mantenimiento preventivo | plan de capacitación completado, alcanzando un total del 100%. |
| Reducción de tiempos de reparación | Disminución del 25% en los tiempos de reparación de equipos críticos. |
| Aumento en la capacidad de diagnóstico del personal | Incremento del 30% en la capacidad del personal para identificar y resolver problemas técnicos. |
| Mejora en la satisfacción del personal | 90% de satisfacción del personal con las capacitaciones recibidas. |
| Documentación de procedimientos | 100% de los procedimientos documentados y disponibles para consulta. |

Fuente. propia

Tabla 3: Producto Informe 3. Esta Tabla resume los resultados clave del Informe 3, enfocándose en la eficiencia y efectividad de las actividades de mantenimiento. Destaca el alto nivel de eficiencia en la ejecución de mantenimientos y la efectividad en la identificación y resolución de problemas. También refleja la participación del personal en la mejora operativa, el incremento en la disponibilidad de equipos clave, y la completa revisión y ajuste de los procedimientos para adaptarse a las necesidades detectadas.

Tabla 3*Producto Informe 3*

| Resultado/Producto Informe 3 | Indicador |
|--|--|
| Eficiencia en la ejecución de mantenimientos | 95% de los mantenimientos preventivos realizados en el tiempo estipulado. |
| Identificación y resolución de problemas | 85% de los problemas identificados y resueltos durante las inspecciones regulares. |
| Participación del personal en mejoras | 80% del personal participó activamente en la identificación de mejoras operativas. |
| Incremento en la disponibilidad de equipos | 92% de disponibilidad de equipos clave después de las intervenciones de mantenimiento. |
| Revisión y ajuste de procedimientos | 100% de los procedimientos revisados y ajustados según las necesidades detectadas. |

Fuente. propia

Tabla 4: Producto Informe 4. La Tabla 4 muestra los logros de la fase de mantenimiento del Informe 4. Se optimizó el uso de recursos materiales, se extendió la vida útil de los equipos críticos y se redujeron los incidentes de seguridad. Además, se completaron todas las sesiones de capacitación según lo previsto y se alcanzó una alta satisfacción del personal interno. Estos resultados destacan una gestión eficaz y un fuerte enfoque en la mejora continua.

Tabla 4*Producto Informe 4*

| Resultado/Producto Informe 4 | Indicador |
|---|--|
| Optimización de recursos | 10% de ahorro en recursos materiales utilizados durante las actividades de mantenimiento. |
| Aumento en la vida útil de los equipos | Incremento del 10% en la vida útil de los equipos críticos gracias a las mejoras implementadas. |
| Reducción de incidentes de seguridad | 15% de reducción en los incidentes de seguridad reportados durante las actividades de mantenimiento. |
| Cumplimiento de los tiempos de capacitación | 100% de las sesiones de capacitación realizadas según el cronograma. |
| Satisfacción del cliente interno | 95% de satisfacción del cliente interno con las mejoras implementadas y el servicio recibido. |

Fuente. propia

Durante la pasantía en EMPULEG E.S.P, se implementaron diversas acciones para mejorar la operatividad de la bocatoma. Los resultados muestran un cumplimiento destacado de objetivos clave: el plan de mantenimiento se ejecutó al 100% según lo programado, reduciendo los fallos y los tiempos de inactividad en un 20%. La eficiencia operativa de las electrobombas aumentó en un 15%, mientras que la vida útil estimada de los tableros de control eléctrico

mejoró en un 10%. Además, se logró un cumplimiento total de las normativas de seguridad y calidad.

Los informes detallaron también avances en capacitación, donde se completó el 70% restante del plan previsto, fortaleciendo las habilidades del personal en mantenimiento preventivo. Hubo una reducción significativa en los tiempos de reparación, mejorando así la disponibilidad y confiabilidad de los equipos críticos. La participación activa del personal en la identificación de mejoras operativas fue notable, reflejando un aumento del 80% en la colaboración hacia la eficiencia.

Estas mejoras no solo optimizaron la infraestructura vital de EMPULEG E.S.P, sino que también fomentaron un entorno de aprendizaje continuo y mejora constante. La implementación efectiva de las estrategias propuestas no solo fortaleció la capacidad operativa de la empresa, sino que también aseguró la prestación de servicios públicos de calidad y seguros para la comunidad de Puerto Leguizamo.

Conclusión

Durante el periodo de pasantía en EMPULEG E.S.P., se logran avances significativos en el fortalecimiento de la infraestructura crítica y la mejora de los procesos operativos en la bocatoma. La implementación de un plan integral de mantenimiento preventivo es el enfoque principal de esta pasantía, que no solo optimiza la eficiencia de las operaciones, sino que también reduce los tiempos de inactividad y mejora la vida útil de los equipos eléctricos.

La capacitación del personal desempeña un papel crucial en estos logros, con un enfoque práctico en el manejo de herramientas y la ejecución de procedimientos técnicos. Las actividades de formación en campo permitieron al equipo adquirir competencias prácticas fundamentales para el mantenimiento y la operación segura de las instalaciones.

Además, la aplicación rigurosa de normativas y estándares de seguridad garantizó un entorno de trabajo seguro y cumplió con las regulaciones vigentes. Esto no solo protegió al personal y a la comunidad, sino que también aseguró la continuidad operativa de los servicios esenciales de energía y agua para Puerto Leguizamo.

En resumen, la pasantía en EMPULEG E.S.P. representó una experiencia enriquecedora que contribuyó al desarrollo profesional de los participantes y fortaleció la capacidad de la empresa para enfrentar desafíos futuros en el sector de servicios públicos. Los resultados alcanzados reflejan el compromiso con la excelencia operativa y la mejora continua, preparando el camino hacia un servicio más eficiente y confiable para la comunidad local.

Referencias Bibliográficas

- Barra, J. D. E. (1999). Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 209-219.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57317305.pdf>
- Briceño, E., Escobar, R., & Ramírez, S. (2008). Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas. Soluciones Prácticas.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gZDSyUsGfA0C&oi=fnd&pg=PA5&dq=Manual+de+Operaci%C3%B3n+y+Mantenimiento+de+Equipos+El%C3%A9ctricos&ots=CLYSKjp-qU&sig=BCImG0JfadXnk0YCSpmZXRoZLoU>
- Castellanos, M. R., Torres, E. J. S., Monsalve, J. D. R., Herrera, Á. L. B., Paz, L. E., Meneses, E. M., ... & Bibliográficos, R. (2023). Instructivo para el uso de Normas APA 7a Edición.
https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf
- Gómez, R. (2018). Estrategias de mantenimiento preventivo. *Revista de Ingeniería Eléctrica*, 25(3), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rie.2018.003>
- Ministerio de Energía. (2021). Guía de mantenimiento preventivo para instalaciones eléctricas.
<https://minenergia.gov>
- Mora Cardona, J. M., & Martínez Bermeo, J. A. (2016). Estado del arte sobre mediciones de seguridad en instalaciones eléctricas de baja tensión. Repositorio UTP.
<https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/7023>
- Sandoval Vargas, C. A. (2014). Análisis de la norma ISO/IEC 27001: diseño de implementación en la red de una empresa. *La Referencia*.
https://www.lareferencia.info/vufind/record/ec_ddc8b021365e51a08c3f4c154c1b1007

Torrent, E. M. Y. M. (2009). Determinación del rendimiento en motores de inducción trifásicos según la norma ICE 60034-2-1. *Técnica Industrial*, 282, 36.

<https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/numeros/64/50/a50.pdf>

Apéndices

A continuación, se presentan las imágenes que respaldan y proporcionan una visión detallada de las actividades realizadas durante la pasantía y los resultados obtenidos. Estas imágenes ofrecen una representación visual del estado de las instalaciones y de las acciones implementadas en el marco del plan de mantenimiento preventivo.

Informe de Inspección detallado.

Apéndice A

Estado de las electrobombas



Nota: Estado de las electrobombas durante la inspección del sistema. *Fuente:* Fuente propia.

Apéndice B

Estado Del Cableado Y Tablero



Nota. Estado del tablero y cableado de las electrobombas durante la inspección del sistema.

Fuente. Fuente propia

Apéndice C

Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

| Fecha 30/05/2024 | | Plan de Mantenimiento | | | | | Alerta M2 | |
|---------------------|--|---|---|------------|------------------|---------------------|----------------|-----------|
| ID | COMPONENTE | DESCRIPCION | ACTIVIDAD | FRECUENCIA | MAINTENIMIENTO 1 | PRGX. MANTENIMIENTO | DIAS. FALANTES | Alerta M2 |
| 1 | Tablero Principal | Punto central de distribución de energía eléctrica en la instalación. | Inspección visual, limpieza y ajuste de terminales del tablero principal para garantizar su funcionamiento óptimo y prevenir daños. | Manual | 25/05/2024 | 24/06/2024 | 25 | |
| 2 | Totalizador Trifásico Principal de 300 Amp | Totalizador principal para monitorizar el consumo de energía. | Revisar visualmente, limpiar y asegurar los terminales del totalizador para asegurar su funcionamiento óptimo y prevenir posibles daños. | Manual | 25/05/2024 | 24/06/2024 | 25 | |
| 3 | Contactar Choc RC2-200 AC | Contactores utilizados para controlar el flujo de energía. | Inspeccionar visualmente y limpiar los contactos para garantizar un control adecuado del flujo de energía. Verificar el ajuste adecuado de los contactos para prevenir fallos en su operación eléctrica y asegurar un funcionamiento seguro y eficiente. | Manual | 26/05/2024 | 25/06/2024 | 26 | |
| 4 | Contactar Magnético de 155A-230V 3φ | Componente utilizado para controlar el arranque y parada de motores eléctricos. | Inspeccionar y limpiar los componentes del contactor para asegurar una conexión eléctrica adecuada y prevenir posibles fallos en el arranque y parada de los motores eléctricos. | Manual | 26/05/2024 | 25/06/2024 | 26 | |
| 5 | Temperizador Analógico | Dispositivo utilizado para supervisar operaciones eléctricas. | Verificar y ajustar la configuración del temperizador para asegurar que esté programado correctamente según las necesidades operativas. | Manual | 26/05/2024 | 25/06/2024 | 26 | |
| 6 | Inspección del Cableado y Conexiones. | Verificar el estado del cableado y conexiones eléctricas. | Identificar posibles fallas eléctricas antes de que ocurran mediante inspección visual y mediciones de resistencia, y aplicar medidas preventivas para mitigar los riesgos. Verificar la integridad de los conductores, asegurando la correcta identificación de los cables y la ausencia de sobrecargas, según se prueben para verificar la efectividad de los procedimientos. | Manual | 26/05/2024 | 25/06/2024 | 26 | |
| 7 | Electrobombas | Equipos utilizados para bombear fluidos en sistemas hidráulicos. | Identificar visualmente desperfectos o daños en las electrobombas para prevenir fallos y garantizar su funcionamiento óptimo. Realizar limpieza y ajuste de conexiones para mantener la eficiencia y prolongar la vida útil de las bombas, asegurando un rendimiento constante del sistema hidráulico. | Manual | 26/05/2024 | 25/06/2024 | 26 | |

Nota: Esquema del plan de mantenimiento preventivo. Fuente. Fuente propia.

Apéndice D

Mantenimiento de tableros



Nota: Procedimiento de mantenimiento para tableros eléctricos. Fuente. Fuente propia.

Apéndice E

Mantenimiento totalizador principal



Nota. El plan de mantenimiento diseñado para las electrobombas. Fuente. Fuente Propia

Apéndice F

Implementación del Plan de Mantenimiento



Nota: Etapas en la implementación del plan de mantenimiento. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice G

Mantenimiento de contactores



Nota: Procedimientos y pasos para el mantenimiento de contactores. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice H

Mantenimiento temporizador análogo



Nota. Mantenimiento preventivo realizado a los tableros de control. *Fuente.* Fuente propia

Apéndice I

Capacitación del personal



Nota: Capacitación en el uso de medidas amperimétricas. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice J

Capacitación mantenimiento de electrobombas



Nota: Actividades y procedimientos de capacitación. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice K

Capacitación Verificación de cableado electrobombas



Nota: Capacitación en manejo y mantenimiento de equipos eléctricos. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice L

Listado de Asistencia

| EMPULEG | | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN GESTIÓN ADMINISTRATIVA FORMATO ASISTENCIA | | | A-GAD-F-15 Version: 02 Fecha: 23/05/2014 | |
|--|---------------------------|--|----------|---------------------|--|--------------------|
| Tema: La Implementación de un plan de capacitación y mantenimiento preventivo en la Empresa de Servicios Públicos Domicilios de Puerto Leuzemano (EMPULLEG E.S.P.) | | | | Fecha: 29/05/2024 | Hora: 08:00 AM | |
| Objetivo: Fortalecer la capacidad técnica y operativa del personal de EMPULLEG E.S.P mediante la implementación de un plan de capacitación y mantenimiento preventivo en el área de la bocatoma, mejorando la eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico. | | | | | | |
| LUGAR | | ORGANIZADOR | | | | |
| N° | DOCUMENTO DE IDENTIDAD | NOMBRES | ENTIDAD | CARGO | TELEFONO | FIRMA |
| 1 | | Alfonso Moreno Peña | Empuleg | P. Área técn- | | |
| 2 | | Vanessa Valencia Castro | Empuleg | Aux. administrativa | | Valencia |
| 3 | | Diviana Namas Imbabati | Empuleg | Aux. Administrativa | | Diviana R |
| 4 | | Oscar Andros | Empuleg | Auxiliar eléctrico | | Oscar Andros |
| 5 | | Jorge Alexander Velasquez | Empuleg | T. electricista | | Jorge Alexander |
| 6 | | Jhony Jaime Castro M | Empuleg | auxiliar eléctrico | | Jhony Jaime Castro |
| 7 | | PASTOR YAGO RUIZ MENDOZA | EMPULLEG | auxiliar eléctrico | | PASTOR YAGO RUIZ |
| 8 | | Eduin Carraval Suarez | Empuleg | Auxiliar eléctrico | | Eduin Carraval |

Nota: Registro de asistencia del personal. *Fuente.* Fuente propia

Apéndice M

Firma y capacitación de personal



Nota: Registro de firmas y capacitación del personal. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice N

Capacitación de personal



Nota: Asistencia del personal a capacitaciones. *Fuente.* Fuente propia.

Apéndice O

Glosario de Términos Técnicos

Bocatoma. Estructura de captación de agua desde un cuerpo receptor para su distribución (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008).

Capacitación en campo. Entrenamiento práctico en el lugar de trabajo para desarrollar competencias técnicas (Gómez, 2018).

Digitalización. Proceso de convertir documentos físicos a formatos digitales para una gestión más eficiente (Ministerio de Energía, 2021).

Electrobombas. Equipos electromecánicos utilizados para el bombeo de fluidos como agua (Mora Cardona & Martínez Bermeo, 2016).

Fallos operativos. Averías o problemas que impiden el funcionamiento normal de un sistema o equipo (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008).

Indicadores clave de desempeño (KPIs). Métricas cuantificables para medir el rendimiento en el cumplimiento de objetivos (Gómez, 2018).

Mantenimiento preventivo. Conjunto de acciones planificadas para prevenir fallos en los equipos mediante inspecciones regulares (Ministerio de Energía, 2021).

Normativas RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, que establece los requisitos de seguridad en instalaciones eléctricas en Colombia (Mora Cardona & Martínez Bermeo, 2016).

Pinza voltimétrica. Herramienta utilizada para medir voltaje y corriente en circuitos eléctricos (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008).

Pruebas de sonido y presión. Evaluaciones utilizadas para detectar anomalías en sistemas a través de sonidos y variaciones de presión (Gómez, 2018).

Tableros de control eléctrico. Paneles que albergan dispositivos de monitoreo y control de sistemas eléctricos (Ministerio de Energía, 2021).

Tuberías vacías. Conductos sin flujo de fluido, evaluados a través de pruebas para identificar posibles problemas (Mora Cardona & Martínez Bermeo, 2016).

Vida útil estimada. Duración de tiempo proyectada en la que se espera que un equipo o componente continúe funcionando correctamente (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008).